INDUCED MAGNETIC PROPERTIES TO SURFACE-MODIFIED MESOPOROUS CLAY HETEROSTRUCTURES FOR ANTI-CORROSION PACKAGING

Anusara Jindapech

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University
in Academic Partnership with
The University of Michigan, The University of Oklahoma,
and Case Western Reserve University
2010

Thesis Title:	Induced Magnetic Properties to Surface-Modified Mesoporous Clay Heterostructures for Anti-Corrosion Packaging
By:	Anusara Jindapech
Program:	Polymer Science
Thesis Advisors:	Asst. Prof. Hathaikarn Manuspiya
	Assoc. Prof. Rathanawan Magaraphan

Accepted by the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science.

..... College Dean

(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

Thesis Committee:

Hathaikarn M.

(Asst. Prof. Hathaikarn Manuspiya)

R. Magaraphan

(Assoc. Prof. Rathanawan Magaraphan)

(Asst. Prof. Manit Nithitanakul)

Tarinee Nampitch

(Dr. Tarinee Nampitch)

ABSTRACT

4872006063: Polymer Science Program
Anusara Jindapech: Induced Magnetic Properties to Surface-Modified Mesoporous Porous Clay Heterostructures for Anti-Corrosion Packaging.
Thesis Advisors: Asst. Prof. Hathaikarn Manuspiya and Assoc. Prof. Rathanawan Magaraphan 119 pp.
Keywords: Porous clay heterostructures/ Polylactide/ Nanocomposites/Vapor corrosion inhibitor

Porous clay heterostructures (PCHs) provide a large specific area that can be modified by a functional group. In this work, a PCH surface was modified by Fe (Fe^{2+} and Fe^{3+}) to obtain magnetic PCH. The various Mn ion contents were added into magnetic PCH to enhance the magnetic properties. After that, magnetic PCH was modified by a vapor corrosion inhibitor (VCI). Subsequently, these materials were blended with polylactide to yield polylactide–clay nanocomposites for anti-corrosion packaging. The results from the Surface Area Analyzer (SAA) showed that the surface area of the PCH decreased after modification. SEM images and EDX micrographs showed the successful incorporation of the Fe and Mn ion into the PCH. The saturation magnetization (M_s) increased with the higher content of Mn. Magnetic PCH (0 % Mn) can absorb the most water. The results of the TG/DTA showed that the incorporation of VCI onto the magnetic PCH led to a shift in the DTG peaks to lower temperature, suggesting the increasing volatility brought about by the incorporation on the magnetic PCH. After testing the corrosion, the magnetic PCH-40 %wt VCI has the lowest corrosion rate. The oxygen gas permeability rate was decreased in the PLA nanocomposites due to the enhancing barrier properties of the magnetic PCH.

บทคัดย่อ

อนุสรา จินดาเพชร : การใช้สมบัติความเป็นแม่เหล็กเพื่อการปรับปรุงพื้นผิวของแร่ดินเหนียวที่มีรูพรุนสำหรับใช้งานเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ป้องกันสนิม (Induced Magnetic Properties to Surface-Modified Mesoporous Clay Heterostructure for Anti-Corrosion Packaging) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. หทัยกานต์ มนัสปิยะ และ รศ.ดร. รัตนวรรณ มกรพันธุ์ 119 หน้า

แร่ดินเหนียวที่มีรูพรุนมีพื้นที่ผิวมากกว่าแร่ดินเหนียวโดยทั่วไป ซึ่งสามารถปรับปรุงพื้นผิวได้ด้วยหมู่ฟังก์ชันต่างๆได้ ในงานวิจัยนี้ได้ทำการดัดแปลงโครงสร้างรูพรุนของแร่ดินเหนียวด้วยอนุภาคเหล็กเพื่อให้ได้แร่ดินเหนียวที่มีสมบัติทางแม่เหล็ก และได้มีการดัดแปลงโครงสร้างรูพรุนด้วยอนุภาคแมงกานีสในปริมาณต่างๆ เพื่อปรับปรุงสมบัติทางแม่เหล็กของแร่ดินเหนียวที่มีรูพรุน หลังจากนั้นแร่ดินเหนียวที่มีรูพรุนที่มีสมบัติทางแม่เหล็กนี้ ถูกนำมาดัดแปลงโครงสร้างด้วยสารยับยั้งการเกิดสนิมอีกครั้ง ดินดังกล่าวนี้ถูกนำมาเตรียมเป็นแผ่นฟิล์มนาโนคอมพอสิตกับพอลิแลกไทด์ ซึ่งเหมาะสมที่ทำเป็นบรรจุภัณฑ์ป้องกันการเกิดสนิม จากการศึกษาการเกิดโครงสร้างรูพรุนด้วยเทคนิคการดูดซับก๊าซไนโตรเจนพบว่าดินมีพื้นที่ผิวลดลงหลังจากมีการดัดแปลงโครงสร้างรูพรุน จากภาพถ่ายส่องกราดแบบวิเคราะห์ธาตุพบว่า มีอนุภาคเหล็กและอนุภาคแมงกานีสบนพื้นผิวของแร่ดินเหนียวที่ทำการดัดแปลงโครงสร้างแล้ว ค่าสมบัติทางแม่เหล็กของแร่ดินเหนียวที่ทำการดัดแปลงโครงสร้างนี้มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีปริมาณอนุภาคแมงกานีสเพิ่มขึ้นและแร่ดินเหนียวที่มีรูพรุนนี้สามารถดูดซับไอน้ำได้มากที่สุดเมื่อไม่มีการดัดแปลงโครงสร้างด้วยอนุภาคแมงกานีส ผลจากการศึกษาสมบัติทางความร้อนพบว่าการดัดแปลงโครงสร้างของแร่ดินเหนียวรูพรุนที่มีสมบัติทางแม่เหล็กด้วยสารยับยั้งการเกิดสนิม ทำให้พีคเคลื่อนย้ายไปทางอุณหภูมิที่ต่ำลง นั่นแสดงว่า สารยับยั้งการเกิดสนิมสามารถระเหยกลายเป็นไอเพิ่มขึ้นเมื่อมีการรวมตัวกันของสารยับยั้งการเกิดสนิมและแร่ดินเหนียวรูพรุนที่มีสมบัติทางแม่เหล็ก จากการศึกษาการเกิดสนิม พบว่าแร่ดินเหนียวรูพรุนที่มีสมบัติทางแม่เหล็กที่ดัดแปลงโครงสร้างด้วยสารยับยั้งการเกิดสนิมร้อยละสี่สิบมีอัตราการเกิดสนิมช้าที่สุด และในการศึกษาการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนบนวัสดุนาโนคอมพอสิตดังกล่าว พบว่าวัสดุนาโนคอมพอสิตมีค่าการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนน้อยกว่าพอลิแลกไทด์ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของคุณสมบัติการดักจับก๊าซของตัวแร่ดินเหนียวเอง

ACKNOWLEDGEMENTS

This work would not have been possible without the assistance of the following individuals.

First of all, the author would like to gratefully give special thanks to her advisors, Asst. Prof. Hathaikarn Manuspiya and Assoc. Prof. Rathanawan Magaraphan for their intensive suggestions, valuable guidance and vital help throughout this research. In addition, the author deeply thanks to Asst. Prof. Manit Nithitanakul and Dr. Tarinee Nampitch for serving on her thesis committee.

The author is grateful for the scholarship and funding of the thesis work provided by the Petroleum and Petrochemical College; Center of Excellence for Petroleum, Petrochemical, and Advanced Materials, Thailand; Polymer Processing and Polymer Nanomaterial Research Units and also National Research Council of Thailand (NRCT). The author would like to thank Optimal Technology Co, Ltd., for providing the raw materials to carry out this research.

Special thanks go to all of the Petroleum and Petrochemical College's faculties who have tendered invaluable knowledge and to the college staff who willingly gave support and encouragement.

Finally, the author would like to take this opportunity to thank PPC Ph.D. students and all her PPC friends for their friendly assistance, cheerfulness, creative suggestions, and encouragement. Also, the author is greatly indebted to her parents and her family for their support, love and understanding.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER **PAGE**

CHAPTER **PAGE**

CHAPTER PAGE

CHAPTER **PAGE**

LIST OF TABLES

TABLE **PAGE**

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

CHAPTER VI

FIGURE **PAGE**

ABBREVIATIONS

MMT	Na-Montmorillonite
PCHs	Porous clay heterostructures
CTAB	Cetyltrimethylammonium bromide
PLA	Polylactide
PEG	Polyethylene glycol
Magnetic PCHs	Porous clay heterostructures + n %wt of Ferric Chloride Hexahydrate + n %wt of Ferrous Chloride Tetrahydrate (+ n %wt of Manganese (II) chloride tetrahydrate)
VCI	Vapor Corrosion Inhibitor
Magnetic PCH-VCI	Porous clay heterostructures + n %wt of Vapor Corrosion Inhibitor